

バナジウム化物超伝導体($Zr_{1-x}Hf_x$)VGe の超伝導特性Superconducting properties of vanadium superconductor ($Zr_{1-x}Hf_x$)VGe

○風間拓人¹, 石川卓², 滝田将太², 前田穂³, 高瀬浩一³, 高野良紀³, 渡辺忠孝³
T. Kazama¹, T. Ishikawa², S. Takita², M. Maeda³, K. Takase³, Y. Takano³, T. Watanabe³

Abstract: ZrVGe and HfVGe are superconductors with $T_c = 6.0$ K and 4.8 K, respectively. We study superconducting properties of the mixed crystal ($Zr_{1-x}Hf_x$)VGe by investigating the structural, electric and magnetic properties.

1. はじめに

1911年に水銀の超伝導が発見されてから、多くの研究者たちによって新たな超伝導物質の探索と、メカニズムの研究が盛んに行われてきた。1957年に Bardeen らによって提唱された BCS 理論は超伝導の基本的なメカニズムを解明したが、BCS 理論で説明される超伝導物質はなかなか超伝導転移温度を向上させることができなかった。しかし、1986年に銅酸化物高温超伝導体が発見されて以降は、新たな高温超伝導の探索が盛んに行われている。現在までに銅酸化物に加えて、鉄砒素系の超伝導が高温超伝導として発見されており、いずれも BCS 理論の枠を超えた新奇なメカニズムで超伝導が発現すると考えられる。このような非従来型の超伝導はエキゾチック超伝導と呼ばれている。

我々はエキゾチック超伝導体の候補物質として、バナジウム化物超伝導体 ZrVGe および HfVGe に注目して研究を行っている。ZrVGe および HfVGe は、Figure 1 に示すような CeScSi 型の正方晶の結晶構造（空間群： $I4/mmm$ ）を有しており、V 層と ZrGe 層の積層構造となっていることが特徴的である。これらの物質については、2012年に ZrVGe で $T_c = 6.0$ K、HfVGe で $T_c = 4.8$ K の超伝導が報告されたが、詳しい物性は報告されていない[1]。今回我々は、超伝導への元素置換効果を調べるために($Zr_{1-x}Hf_x$)VGe の多結晶試料を作製し物性評価を行ったので報告する。

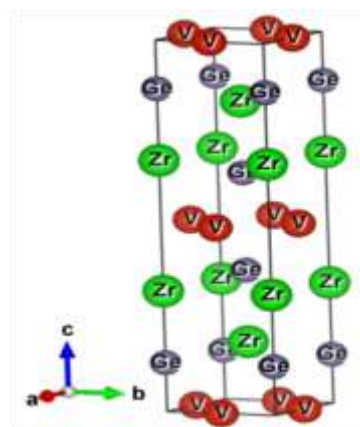


Figure 1. Tetragonal crystal structure of ZrVGe.

2. 実験方法

ZrVGe, HfVGe および混晶($Zr_{1-x}Hf_x$)VGe の多結晶試料はアルゴンガス雰囲気中でのアーク溶融法により作製した。原材料には、Zr インゴット(99.9%), Hf インゴット(99.9%), V パウダー(99.9%), Ge パウダー(99.999%)を使用した。試料作製手順としては、まず化学量論比に従い Zr, Hf, V, Ge を秤量し、V, Ge パウダーの混合、圧粉成形を行った。次に、この V, Ge 圧粉体を化学量論比の Zr, Hf インゴットとアーク溶融し凝固させた。その後、結晶構造を安定化させる為に、Figure 2 に示した焼成条件でアニール処理を行った。

作製した試料は、粉末 XRD 回折測定で結晶構造評価を行い、電気抵抗率および磁化率の温度依存性を測定し物性を評価した。

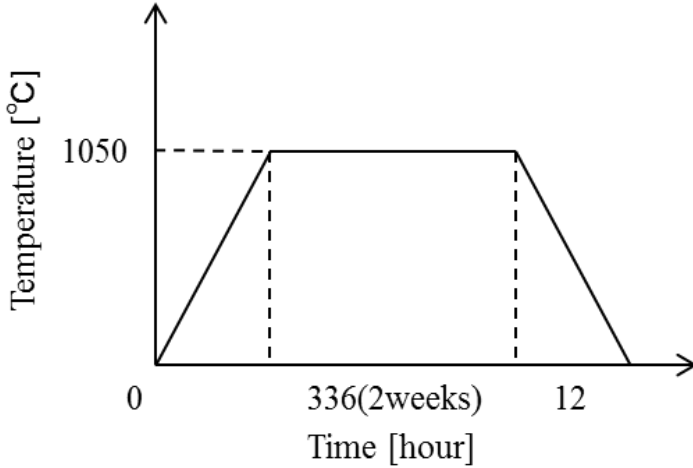


Figure 2. Annealing condition of poly-crystalline ZrVGe.

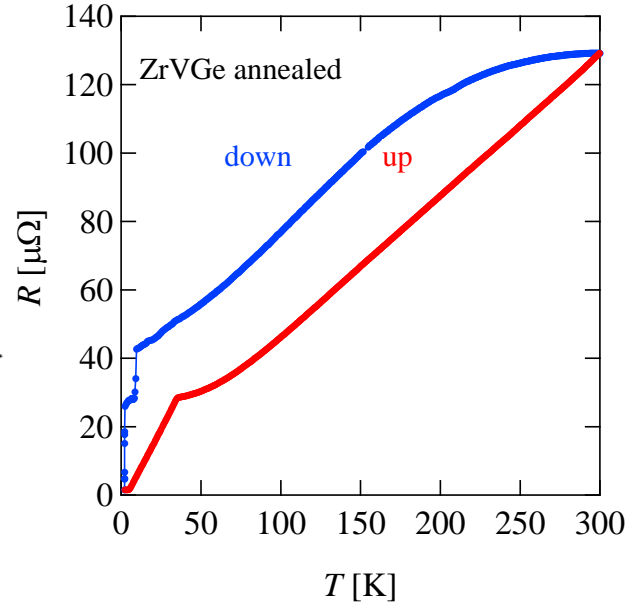


Figure 4. Temperature dependence of electrical resistivity in poly-crystalline ZrVGe.

3. 実験結果

3-1. 粉末 XRD 回折測定

Figure 3 は、作製した ZrVGe 多結晶試料の粉末 X 線回折測定 (XRD) の結果である。主相として ZrVGe の構造が得られたが、不純物とみられるピークも確認できた。アニール試料のほうが主相ピークがはっきりと見られるため、結晶構造が安定していると考えられる。

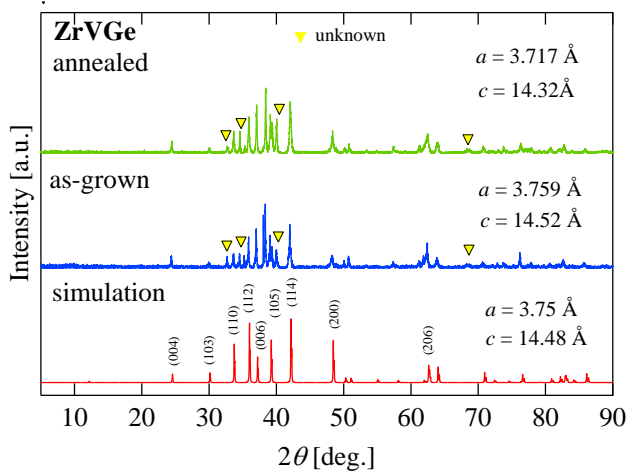


Figure 3. Powder XRD patterns of poly-crystalline ZrVGe.

3-2. 電気抵抗測定

Figure 4 に、ZrVGe 多結晶アニール試料の電気抵抗の温度依存性を示す。降温と昇温で履歴を示していることが分かる。

当日の発表では、ZrVGe に加えて HfVGe と混晶 ($Zr_{1-x}Hf_x$)VGe の詳しい実験結果を報告する。

4. 参考文献

[1] A. J. Machado *et al.*, American Physical Society March Meeting 2012.